



## Türkiye'deki Zeytinyağı İşletmelerinin 3 Fazlıdan 2 Fazlı Üretime Geçişi Durumunda Pirina Tesislerinin Yeterliliğinin CBS Destekli Analizi

Selda MURAT HOCAOĞLU<sup>1\*</sup>, İrfan BAŞTÜRK<sup>1</sup>, Cihangir AYDÖNER<sup>1</sup>,  
Betül Hande GÜRSOY HAKSEVENLER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM), Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü (ÇTÜE),  
Kocaeli, Türkiye

<sup>2</sup>Marmara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Kamu Yönetimi Bölümü, Kentleşme ve  
Çevre Sorunları Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

\*e-posta: selda.murat@tubitak.gov.tr

Geliş Tarihi: 18.07.2017; Kabul Tarihi: 25.10.2017

**Öz:** Bu çalışmada, ülkemizdeki tüm 3 fazlı zeytinyağı işletmelerinin, 2 faza geçmesi durumunda mevcut pirina tesislerinin yeterliliği analiz edilmiş ve CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ortamında 3 farklı senaryo geliştirilerek, ilave pirina tesislerine hangi bölgede/bölgelerde ihtiyaç olabileceği değerlendirilmiştir. Senaryolar, 2 fazlı pirinanın olduğu haliyle kurutulması ve farklı seviyelerde neminin azaltılması durumunun analiz edilmesini içermiştir. Zeytinyağı işletmelerinin üretimlerini 3 fazlıdan, 2 fazlıya dönüştürmeleri durumunda, oluşacak toplam pirina miktarının 643.000 ton/sezon'dan, 925.000 ton/sezon'a çıkacağı tahmin edilmektedir. Ham 2 fazlı pirinanın olduğu gibi işlenmesi durumunda, mevcut pirina tesislerinde, toplam 670.000 ton/sezon 2 fazlı pirina işlenebileceği ön görülmektedir. Bu durumda, herhangi bir pirina tesisine gönderilemeyen, yaklaşık 230.000-250.000 ton/sezon pirinanın işlenebilmesi için Adana, Aydın, Antalya ve Bursa illerinde birer adet olmak üzere toplam 4 pirina tesisine ihtiyaç olacaktır. Pirina tesislerinde, ham 2 fazlı pirinanın yaklaşık %50'sinin dekantörden geçirilmesi ve neminin azaltılması durumunda, işlenebilecek toplam pirina miktarı 850.000-860.000 ton/sezon değerine yükselecek, bu durumda açıkta kalan pirinaların değerlendirilmesi için Mersin'e bir adet pirina tesisinin kurulması yeterli olacaktır. 2 fazlı pirinanın tamamının dekantörden geçirildikten sonra işlenmesi durumunda ise, oluşan pirinanın tamamı mevcut pirina tesislerinde işlenebileceği ve kapasite açısından ilave pirina tesisine gerek olmayacağı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Zeytinyağı üretimi; 2 fazlı ve 3 fazlı pirina; coğrafi bilgi sistemi, ağ analizi.

# Evaluation of Capacities of Pomace Facilities in Turkey by Using GIS in Case of Olive Oil Mills Technology Change from Three to Two-Phase

**Abstract:** In this study, the competence of the current pomace facilities in case of all 3-phase olive oil mills convert into 2-phase in Turkey was analyzed. For this purpose, three different scenarios were developed and evaluated by using the GIS (Geographical Information System) to assess the necessity for additional pomace facilities. The scenarios included the drying (decantation step) of the 2-phase raw pomace and effect of the humidity reduction of at different levels. It was estimated that in case olive oil enterprises convert their production from 3-phase to 2-phase, the total amount of the pomace to be produced will increase from 643.000 tons / season to 925.000 tons / season. In case of the raw 2-phase pomace was treated in regard to current situation (without any decantation), a total of approximately 670,000 tons/season of raw 2-phase pomace can be processed in current pomace facilities and it has been revealed that a total of 4 pomace facilities will be needed. These facilities are located in Adana, Aydın, Antalya and Bursa in order to process approximately 230,000-250,000 tons of seasoned pomace. In case of about 50% of the raw 2-phase pomace is decanted to reduce the humidity, approximately 850,000-860,000 tons/season 2-phase pomace can be processed, and in this case it is determined that one pomace facilities has to be installed in Mersin in order to process the remaining pomace. Finally, after the whole of the 2-phase pomace is decanted, the capacities of the current pomace facilities are determined to be sufficient for the processing of the formed pomace and there is no need for additional pomace facility in terms of capacity.

**Keywords:** Olive oil production; 2-phase and 3-phase pomace; geographic information system, network analysis.

## Giriş

Türkiye'nin de içinde yer aldığı Akdeniz ülkelerinde zeytinyağı üretimi gerek ekonomik gerek kültürel anlamda önemli bir yere sahiptir. Zeytinyağı üretimi sonucunda atıksu ve pirina oluşmaktadır. Pirina, zeytinyağı fabrikalarında zeytinlerin sıkılmasından sonra arta kalan çekirdek, kabuk ve posadan oluşmaktadır. Pirina genel olarak, su, yağ, selüloz, lignin, protein, çözülebilir karbonhidratlar, fenol bileşikleri içerir. Buna ilave olarak pirina bünyesinde, pektin, tanin ve polifenol gibi bileşikler de bulunmaktadır (Borja ve diğ., 2002). Oluşan atıksu, ulaştığı alıcı ortamda kirletici etki göstermekte ve henüz arıtılmamaktadır. Buna karşın pirina, uygun yöntemlerle değerlendirildiğinde, ekonomik değeri olan bir yan ürün niteliğindedir (Baysan ve ark., 2017). Zeytinyağı üretiminde kullanılan yöntemler yağ ayırma sistemlerindeki farklılığa göre geleneksel presleme (kesikli) ve sürekli üretim (kontinü) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Sürekli sistemler yağın santrifüjle çıkarılması esasına dayanıp, 2 fazlı ve 3 fazlı olmak üzere gerçekleştirilmektedir. 3 fazlı üretimde, zeytinyağı, atıksu (karasu) ve pirina oluşurken, 2 fazlı üretimde sulu pirina ve zeytinyağı oluşmaktadır. Ülkemizde yaklaşık 1031 adet zeytinyağı tesisi bulunduğu tahmin edilmektedir (Hocaoğlu ve ark., 2017b). Bu tesislerin %71'i 3 fazlı, %27'si 2 fazlı ve %2'si taş baskı olarak üretim yapmaktadır. Bu tesislerde sezonda yaklaşık 1.000.000 ton yağlık zeytin işlendiği ve zeytinyağı üretimi sonucu yaklaşık 643.000 ton/sezon pirina oluştuğu ve oluşan pirinaların %57'sinin 3 fazlı, %43'ünün ise 2 fazlı olduğu tahmin edilmektedir (Hocaoğlu ve ark., 2017b).

2 fazlı üretimde su kullanımı, 3 faza göre daha düşüktür ve bu sistemde atıksu oluşumu 3 faza kıyasla oldukça az olmaktadır. Bu sebeple, 2 fazlı üretim gerek doğal kaynakların

korunumu gerekse de oluşan atıksuyun kirleticilik özelliği açısından, daha çevreci bir üretim olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte 2 fazlı üretimde oluşan pirina miktarı ve nemi, 3 fazlı üretime kıyasla daha yüksektir (Tunç ve Ünlü, 2015). Aynı miktarda zeytin işlendiğinde, üretim proseslerinde oluşan pirina miktarı, büyükten küçüğe sırasıyla 2 fazlı, 3 fazlı ve presli sistem olarak gerçekleşmektedir. Örneğin 1000 ton zeytin işlendiğinde, 3 fazlı sistemde 510 ton pirina oluşurken, 2 fazlı üretimde 820 ton pirina oluşmaktadır (Hocaoğlu ve ark., 2017a). Bir diğer ifadeyle, 2 fazlı üretimde oluşan pirina miktarı, 3 fazlı üretimde oluşan miktarın yaklaşık 1,8 katına karşılık gelmektedir. Zeytinyağı üretimi sonucu oluşan pirinanın içeriği; zeytin çeşidi, zeytinin yetiştiği bölgenin iklimi, zeytinyağı üretim prosesi, ikinci sıkım yapılıp yapılmaması, tesiste çekirdek ayırımı bulunup bulunmaması gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Borja ve ark., 2002).

Pirinanın en yaygın değerlendirilme alternatiflerinin başında, yakıt, enerji üretimi, gübre ve büyükbaş hayvanlar için yem katkı maddesi olarak kullanımı yer almaktadır (Görel ve ark., 2003; Filya ve ark., 2006; Cayuela ve ark., 2010; Boğa, 2014; Tortosa ve ark., 2014; Karaca ve ark., 2015; Keleş, 2015). Bununla birlikte, pirina, içerdiği yağ miktarı ile önemli bir ekonomik değer taşımaktadır. Pirinadan elde edilen yağın, ağırlıklı olarak kozmetik ve sabun sektöründe de kullanıldığı görülmektedir (Çıtak, 2006).

Pirina tesislerindeki çalışma prensibi ve nihai olarak elde edilen ürünler çoğunlukla benzerdir. Pirina önce kurutulmakta, ardından hekzan ile ekstraksiyon yapılarak, bünyesindeki yağın bir kısmı alınmaktadır (Oktav ve Özer, 2005; Baysan ve ark., 2017). Daha sonra istenirse çekirdeği ayrılıp ayrı değerlendirilmekte veya çekirdekli haliyle yakacak olarak satışa sunulmaktadır.

Mevcut durumda, Ülkemizdeki pirina tesisleri, 2 fazlı pirinayı, 3 fazlı pirina veya ön kurutulmuş pirina ile belirli oranda karıştırarak kurutmaktadır. Bununla birlikte, 2 fazlı pirinanın, pirina tesisinde yatay santrifüj özelliği gösteren ve merkez kaç kuvveti ile çalışan bir dekantör yardımıyla; nem oranı azaltıldıktan sonra kurutma fırınına veren pirina tesisleri de bulunmaktadır (TÜBİTAK MAM, 2015). Bu durumda, kurutma maliyetleri azalmakta, ancak pirina tesislerinde atıksu oluşmaktadır. Zeytinyağı üretiminde ilk sırada yer alan ve üretimin büyük çoğunluğunun 2 fazlı olarak gerçekleştirildiği İspanya’da, oluşan pirinaların büyük bir kısmı, pirina tesisleri tarafından öncelikli olarak dekantasyon işlemine (pirinanın yatay santrifüj yardımıyla nem değerinin azaltılması ve bir miktar pirina yağının elde edilmesi işlemi) tabi tutulmaktadır. Bu sayede iyi kalitede pirina yağı elde edildiği ve pirinanın kurutma maliyeti ve süresinin düşürüldüğü belirtilmektedir (Cayuela ve ark., 2010). Dekantasyon işleminden sonra, fırınlarda kurutulan pirinanın nem içeriği %8-10 seviyesine düşürülerek yakıt olarak değerlendirilmektedir (Rincon ve ark., 2016).

3 fazlı üretim yapan zeytinyağı işletmelerinde, yüksek miktarda atıksu oluşmasına, bu atıksuların depolanmasındaki zorluklara ve alıcı ortama ulaşması sonucu tesislere uygulanan yüksek cezalara bağlı olarak, zeytinyağı tesislerinin üretimlerini, 2 fazlı üretime dönüştürme eğiliminde oldukları görülmektedir. Diğer taraftan 3 fazlı pirina, kolaylıkla yığın şeklinde depolanabildiği için tesis içinde fazla alan ihtiyacına gerek duyulmazken; 2 fazlı pirina, yüksek nem içeriğine sahip olduğundan tesislerin ya silo bazlı depolama ünitesine ya da pirina havuzu yapmalarına gerek duyulmaktadır (Baysan ve ark., 2017). Ayrıca, dönüşüm sonrası zeytinyağı işletmelerinde üretimin aksamaması ve oluşan pirinaların en kısa sürede pirina tesisine ulaştırılması için, pirina tesislerinin de

dönüşümlerini tamamlaması gerekmektedir. Bunun için, 2 fazlı üretime dönüşüm sonrasında oluşacak pirina miktarı tahmin edilerek, pirina tesislerinin kapasitelerinin yeterliliği ve ilave tesislere olan ihtiyaç değerlendirilmelidir.

Bu çalışmada, ülkemizdeki tüm zeytinyağı işletmelerinin 2 faza geçmesi durumunda mevcut pirina tesislerinin yeterliliği değerlendirilerek, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında 3 farklı senaryo geliştirilmiş ve ilave pirina tesislerine hangi bölgede/bölgelerde ihtiyaç olabileceği analiz edilmiştir.

## **Materyal ve Yöntem**

Pirina tesislerinin yeterliliği üç aşamada değerlendirilmiştir. İlk olarak zeytinyağı işletmelerinde oluşan pirina miktarı hesaplanmıştır. Daha sonra pirina tesislerinin kapasitelerinin yeterliliği 3 farklı senaryo bazında incelenerek, pirina tesislerinin pirina alacağı zeytinyağı işletmeleri belirlenmiştir.

Prina tesislerinin mevcut kapasiteleri göz önünde bulundurularak gerek maksimum hizmet alanlarının belirlenmesi gerekse de yeni tesisler için en uygun yerlerin seçilmesi sürecinde, CBS ortamında yaygın olarak kullanılan ağ analizlerinden faydalanılmıştır. Etkin bir ağ analizinde kullanılan veri setinin, topolojik yapısı, güncelliği, doğruluğu ve öznetelik bilgileri önemlidir. Örneğin bir karayolu verisi için yol durumu, hız sınırı, tek-çift yön bilgisi, sağa sola dönüş kısıtlamaları, genişlik ve yükseklik kısıtlamaları vb. veriler yapılan analizde doğruluğu etkileyen parametreler arasında sayılabilir. Çalışmada Openstreetmap karayolu ulaşım ağı verisi, ArcGIS Openstreetmap Toolbox ve ArcGIS Desktop 10.0 (Service Pack 5) sürümü Network Analyst eklentisi kullanılarak gerekli olan veri seti oluşturulmuştur. Her bir senaryo için tahmin edilen 2 fazlı pirina işleme kapasitesi değerleri ile birlikte mevcut pirina tesisleri, Openstreetmap karayolu ulaşım ağı verisi ve zeytinyağı tesisleri girdi olarak kullanılarak ağ analizleri (en yakın hizmet birimi, hizmet alanları) yapılmış ve sonuçlar haritalanmıştır. En yakın hizmet birimi analizinde, prina tesislerinin her bir zeytinyağı tesisine olan mesafeleri hesaplandıktan sonra en düşük prina kapasitesine sahip olan prina tesisi kendi kapasitesini doldurana kadar en yakınında bulunan zeytinyağı tesislerinden prina alacak şekilde, zeytinyağı tesisleri ve prina tesisleri eşleştirilerek, her bir prina tesisinin kat edeceği minimum, maksimum ve toplam mesafeler tahmin edilmiştir. Prina tesislerinin hizmet alanları ise, prina alınan en uzak mesafedeki zeytinyağı tesisi dikkate alınarak hesaplanmıştır. Mevcut prina tesislerin kapasitesi dolduktan sonra açıkta kalan zeytinyağı tesislerinin toplam pirina miktarı ve birbirlerine yakınlıkları (kümelenmeleri) göz önüne alınarak, potansiyel yeni pirina tesisleri yeri ve kapasitesi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu tahmin yapılırken, zeytinyağı işletmelerinde oluşacak pirinanın miktarı ve pirina tesisine olan mesafesi göz önüne alınarak, ortalama mesafe minimize edilmeye çalışılmış ve kilometre olarak en küçük toplam km'nin sağlandığı lokasyonlar belirlenmiştir.

## **Verilerin Toplanması ve Değerlendirilmesi**

Pirina tesislerine ait bilgiler işletmelerle birebir görüşülerek ve yerinde ziyaret edilerek temin edilmiştir. Toplanan bilgiler arasında, işletme bilgileri (adres, koordinat vb.), kurulu kapasite (ton/gün), işlenen ortalama zeytin ve pirina miktarları (ton/sezon), proses bilgileri yer almıştır. Zeytinyağı işletmelerine ait işletme bilgileri (adres, koordinat vb., kapasite,

proses bilgisi ve işlenen zeytin miktarı vb.) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından desteklenmiş olan “Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi (ZEYTİNAY)” projesinden alınmıştır (Hocaoğlu vd., 2017a,b, TÜBİTAK MAM 2015). Ardından, zeytinyağı ve pirina tesislerine ait tüm veriler CBS ortamına aktarılmıştır.

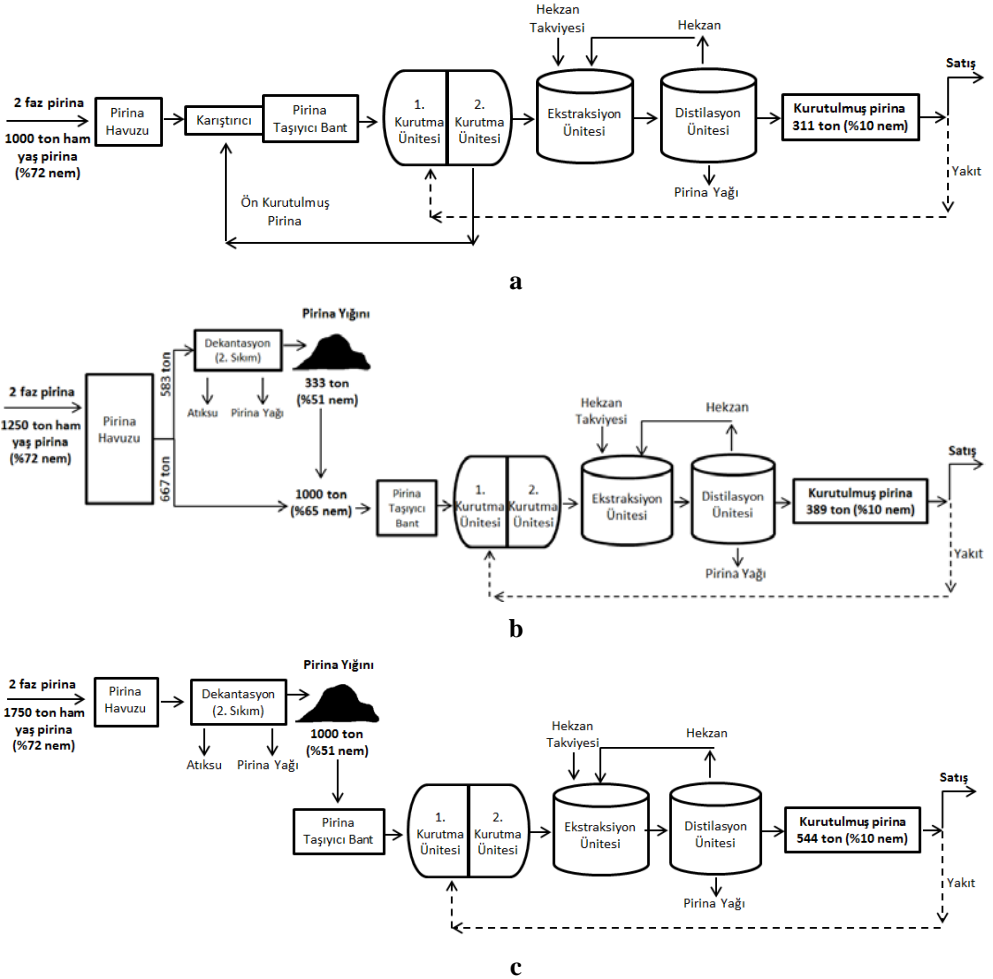
Mevcut durumda oluşan 3 fazlı ve 2 fazlı pirina miktarı ile 2 faza dönüşüm sonrası oluşacak pirina miktarı, işletmelerin üretim yöntemi (2 fazlı ya da 3 fazlı), üretim miktarları ve birim pirina oluşum oranları kullanılarak tahmin edilmiştir. Hocaoğlu vd. (2017a) tarafından yapılan çalışmada, 1000 ton zeytin işlendiğinde oluşacak 3 fazlı pirina, %51 nemlilikte ve 510 ton olarak hesaplanmış, aynı çalışmada, 1000 ton zeytin işlendiğinde oluşacak 2 fazlı pirina ise, ortalama %69 nemlilikte ve 820 ton olarak belirtilmiştir. Bu değerler, 2 fazlı ve 3 fazlı pirina için literatürde yer alan nem değerleri ile uyumludur (Şengül ve ark., 2003; Azbar ve ark., 2004; Garcia-Ibanez ve ark., 2004; Roig ve ark., 2006; Tortosa ve ark., 2014, Baysan ve ark., 2017). Ancak saha çalışmalarında, zeytinyağı işletmelerinin sıklıkla seperatör sularını da 2 fazlı pirinaya karıştırdıkları görülmüş, emniyetli tarafta kalabilmek için, 2 fazlı pirina miktarına seperatör suları da dahil edilerek, 1000 ton zeytin işlendiğinde oluşacak 2 fazlı pirina, ortalama %72 nemlilikte ve 900 ton olarak kabul edilmiş ve bu doğrultuda, oluşacak toplam pirina miktarı hesaplanarak, pirina tesislerinin yeterliliği değerlendirilmiştir.

## **Pirina Tesislerinin Yeterliliğinin Değerlendirilmesi**

Zeytinyağı işletmelerinin, 2 fazlı üretime dönüşmesi durumunda, oluşacak pirinanın mevcut pirina tesislerinde işlenebilirliğinin değerlendirilebilmesi amacıyla, pirina tesislerinin kapasitelerinin yeterliliği senaryolar bazında incelenmiştir. Pirina tesisinin kapasitesini, tesiste bulunan kurutma fırınının kapasitesi belirlemektedir. Çalışılan senaryolar; (i) pirina tesislerinin mevcut sistemlerinde minimum değişiklik yapacak şekilde, 2 fazlı pirinanın nemi azaltılmadan olduğu gibi işlenmesi (ön kurutulmuş pirina ile 2 fazlı pirinanın karıştırılarak sisteme beslenmesi), (ii) 2 fazlı pirinanın ortalama %50'sinin dekantasyondan geçirilmesinden sonra sisteme beslenmesi, (iii) 2 fazlı pirinanın tamamının dekantasyondan geçirilmesinden sonra sisteme beslenmesi. Buradaki senaryolardan 2. ve 3. senaryolar İspanya'da uygulanan 2 fazlı pirina işleme yöntemi ile benzer olarak seçilmiştir (Roig ve ark., 2006). Senaryolara ait detaylı bilgiler aşağıda verilmiş ve Şekil 1'de gösterilmiştir.

- Senaryo 1: Pirina tesislerinin ham 2 fazlı pirinayı, ön kurutulmuş pirina ile karıştırıp, ardından kurutma fırınlarına vererek işleyeceği varsayılmıştır (Şekil 1a). Bu senaryoda, geri devredilen pirinadan kaynaklı kapasite kaybı ihmal edilmiş ve işlenebilecek pirina miktarı 2 fazlı ve 3 fazlı pirina için yaklaşık aynı alınmıştır.
- Senaryo 2: Pirina tesislerinin ham 2 fazlı pirinanın yaklaşık %50'sini, dekantasyondan geçirdikten sonra kurutma ünitesine vererek işleyeceği kabul edilmiştir. Böylece 2 fazlı ham pirina, dekantasyon işlemi yapıldıktan sonra kurutma fırınlarına verileceğinden pirina tesislerinin işleyebilecekleri ham 2 fazlı pirina miktarı, Senaryo 1'e göre ortalama %25 oranda daha fazla olacaktır (Şekil 1b).
- Senaryo 3: Pirina tesislerinin ham 2 fazlı pirinanın tamamını, dekantasyondan geçirdikten sonra kurutma ünitesine vererek işleyeceği kabul edilmiştir. Böylece pirina

tesislerinin işleyebilecekleri ham 2 fazlı pirina miktarı, Senaryo 1'e göre ortalama %75 oranda daha fazla olacaktır (Şekil 1c).



Şekil 1. Senaryolara göre pirina işleme yöntemi a) Senaryo 1, b) Senaryo 2, c) Senaryo 3

Her bir senaryoda, pirina tesisinde işlenebilecek yaklaşık ham 2 fazlı pirina miktarı ve ön işlem sonrasında pirina miktarı ve nemi hesaplanarak Şekil 1 üzerinde gösterilmiştir.

## Araştırma Sonuçları ve Tartışma

### Ülkemizdeki Pirina Tesislerinin Mevcut Durumu

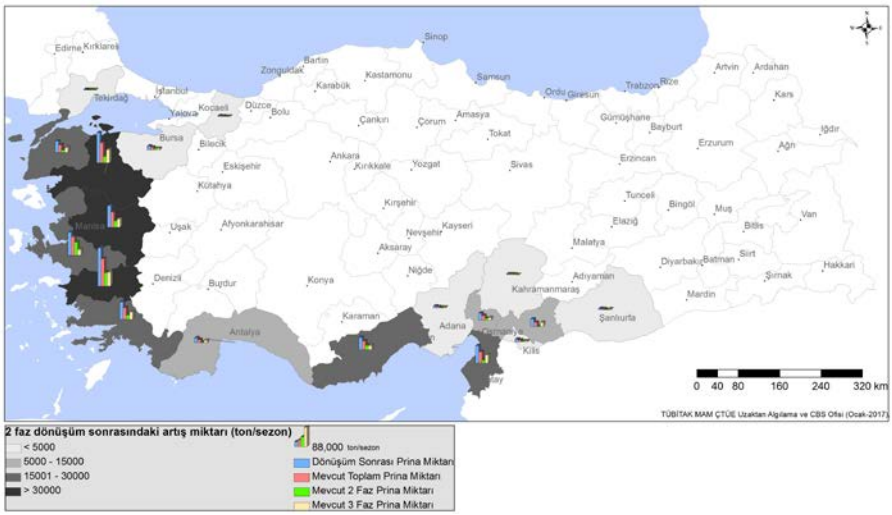
Ülkemizde 15 pirina tesisi bulunmaktadır. Pirina tesisleri, zeytinin yoğun olarak bulunduğu Balıkesir, İzmir, Aydın, Muğla, Hatay ve Gaziantep'te yer almaktadır. Bu

tesislerin kapasiteleri çok değişkendir. Bu tesislerden 8'inin kapasitesi, 25.000 ton/sezon'dan küçük, 3'ünün 50.000-100.000 ton/sezon arasında iken sadece birinin 100.000 ton/sezon'dan büyüktür (Şekil 2). Pirina tesislerinin mevcut durumda, pirina işleme kapasiteleri yaklaşık 670.000 ton/sezon'dur. Ancak 2013-2014 sezonunda bu tesislerde yaklaşık 370.000 ton pirina işlenmiştir, yani mevcut toplam kapasitenin ortalama %55'i kullanılmıştır. İşlenen pirinanın yaklaşık %27'si 2 fazlı, %73'ü 3 fazlı pirinadır.



**Şekil 2.** Ülkemizdeki mevcut pirina tesislerinin dağılımı ve kapasiteleri

Ülkemizde, 2 fazlı ve 3 fazlı üretim oranları dikkate alındığında, yaklaşık 643.000 ton/sezon pirina oluştuğu, 3 fazlı zeytinyağı işletmelerinin 2 faza geçmesi durumunda ise ortalama 925.000 ton/sezon pirina oluşacağı tahmin edilmektedir. 3 fazlı faaliyet gösteren işletmelerin, 2 fazlı üretime geçmeleri durumunda, pirina miktarının yaklaşık %60 artacağı tahmin edilmektedir. Saha gözlemleri esnasında bazı işletmelerin, seperatör sularını da pirinaya dahil ettikleri gözlenmiştir. Seperatör sularının da pirinaya ilave edilmesi durumunda pirina miktarındaki artış oranı %76 seviyelerine yükselecektir. Bu çalışmada emniyetli tarafta kalmak için, birim üretim başına oluşan pirina miktarında %76 artış olacağı kabul edilmiş ve il bazında pirina artış oranı, 3 fazlı ve 2 fazlı tesislerde sezonda işlenen zeytin miktarı göz önünde bulundurularak işletme bazlı olarak hesaplanmıştır (Şekil 3). İllere göre pirina artış miktarları incelendiğinde, Aydın, Balıkesir ve Manisa'da 30.000 ton/sezon'dan fazla, Çanakkale, Hatay, Mersin, İzmir ve Muğla'da 15.000-30.000 ton/sezon arası olacağı öngörülmektedir. Ayrıca, İzmir ilinde 2 fazlı çalışan zeytinyağı işletme oranı diğer illere göre daha yüksek (Hocaoğlu ve ark., 2017b) olduğu için bu ilde oluşan mevcut toplam pirina miktarının çoğunluğunun 2 fazlı pirina olduğu, bu nedenle artış oranının daha az olacağı görülmektedir.



**Şekil 3.** Zeytinyağı işletmelerinin 2 fazlı üretime geçmesi durumunda oluşacak pirina artış miktarının illere göre dağılımı

## İki Faza Dönüşüm Sonrası Mevcut Pirina Tesislerinin Yeterliliği

### Senaryo 1 (2 fazlı pirinanın nemi azaltılmadan, olduğu gibi işlenmesi)

Bu senaryoda, 2 fazlı pirinanın olduğu haliyle işleneceği kabul edilmiştir. Bu durumda, 2 fazlı pirinanın tesis içinde iletimi ve kurutma fırınına beslenebilmesi için, ön kurutma yapılmış pirina ile karıştırıldıktan ve bantlarda taşınabilir hale geldikten sonra, kurutma fırınlarına beslenmesi gerekecektir. Buna göre, bu senaryoya göre pirina tesislerinin işleyebileceği ham 2 fazlı pirina miktarı yaklaşık 670.000 ton/sezon olacaktır. Zeytinyağı işletmelerinin dönüşümü sonrasında, oluşacak 2 fazlı pirina miktarının 925.000 ton/sezon olacağı düşünüldüğünde, yaklaşık 250.000 ton/sezon pirinanın işlenebilmesi için ilave pirina tesislerine ihtiyaç olacaktır.

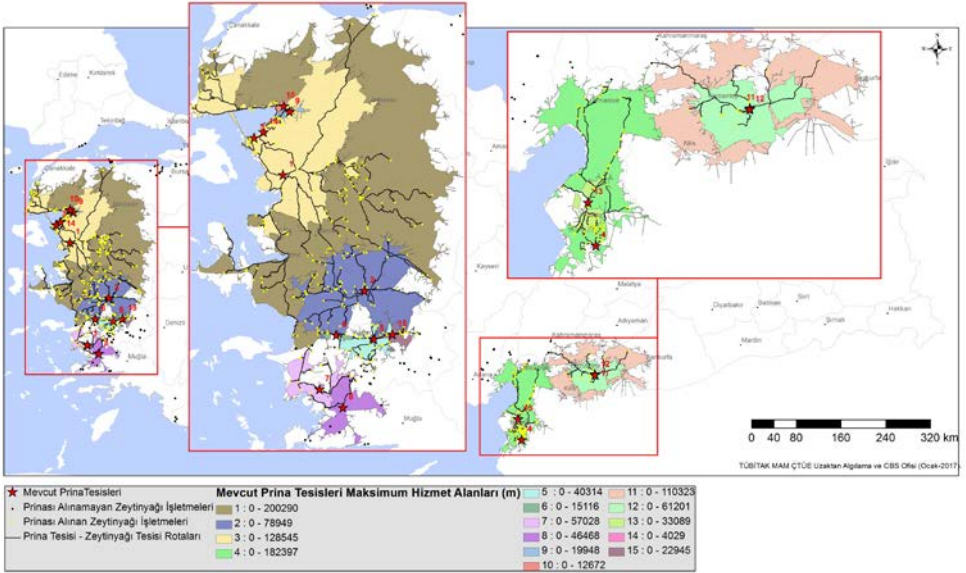
**Çizelge 1.** Senaryo 1'e göre ihtiyaç olduğu öngörülen pirina tesisleri ve zeytinyağı üretim tesislerine uzaklığı

İhtiyaç Duyulan Pirina Tesisinin Yeri	En Uzak Noktada Pirina Alınan Zeytinyağı Üretim Tesisi, Km	Ortalama Uzaklık, Km*	Toplam Pirina Miktarı, Ton/Sezon
Bursa	213	73	22.318
Antalya	269	113	29.076
Adana	219	122	73.359
Aydın	140	86	104.754
<b>Genel Toplam</b>			<b>229.507</b>

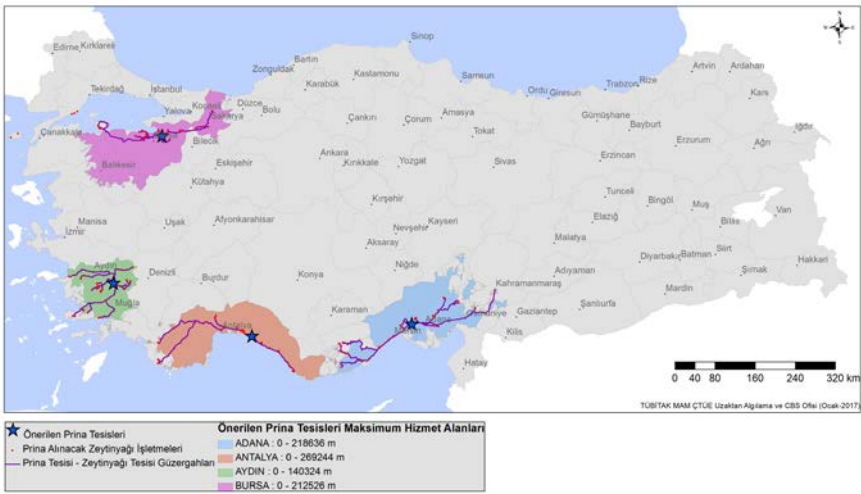
\* Ağırlıklı ortalamayı ifade etmektedir. Her bir işletmeden alınan pirina miktarına göre sezon boyunca gidilen toplam mesafenin sefer sayısına oranıdır.



CBS yardımıyla, zeytinyağı işletmelerinde oluşacak pirinanın miktarı ve pirina tesisine olan mesafesi göz önüne alınarak, ortalama mesafe minimize edilmeye çalışılmış ve kilometre olarak en küçük toplam km'nin sağlandığı lokasyonlar belirlenmiştir. Buna göre, Antalya, Mersin, Adana, Osmaniye, Bursa, Aydın ve Muğla'daki bazı zeytinyağı işletmelerinin, pinalarını herhangi bir pirina tesisine veremeyeceği görülmektedir (Şekil 4a). Buna göre, Adana, Osmaniye, Kahramanmaraş ve Mersin ilinde oluşacak pinaları işlemek için Adana'da (Adana-Mersin il sınırına yakın) kapasitesi yaklaşık 70.000 ton/sezon 2 fazlı pirina olan bir adet pirina tesisine ihtiyaç olacaktır (Şekil 4). Çizelge 1'de pirina tesislerinin kapasitesi, pirinanın alınacağı en uzak mesafe ve ortalama mesafe (ağırlıklı ortalama) verilmiştir. Ağırlıklı ortalama mesafe, ilave tüm pirina tesisleri için 73 ile 122 km arasındadır. Antalya bölgesinde işletmelerin birbirinden uzak olması sebebiyle en uzak pirina alınacak zeytinyağı işletmesi, 269 km uzakta iken, aydın civarına kurulacak tesiste pirina alınacak en uzak mesafe 140 km'dir. Zeytinyağı işletmelerinin birbirinden uzak ve nispeten dağınık olduğu, Bursa bölgesinde kurulacak bir pirina tesisinin ise, ağırlıklı ortalama mesafesinin küçük olmasına karşın, pirina alacağı en uzak işletmeye yaklaşık 213 km uzaklıkta olacaktır.



a)



b)

**Şekil 4.** Senaryo 1'e göre mevcut pirina tesislerinin hizmet alanları (a) ve ihtiyaç duyulan pirina tesislerinin konumu (b)

**Çizelge 2.** Senaryo 1'e göre ihtiyaç olduğu öngörülen pirina tesisleri ve zeytinyağı üretim tesislerine uzaklığı

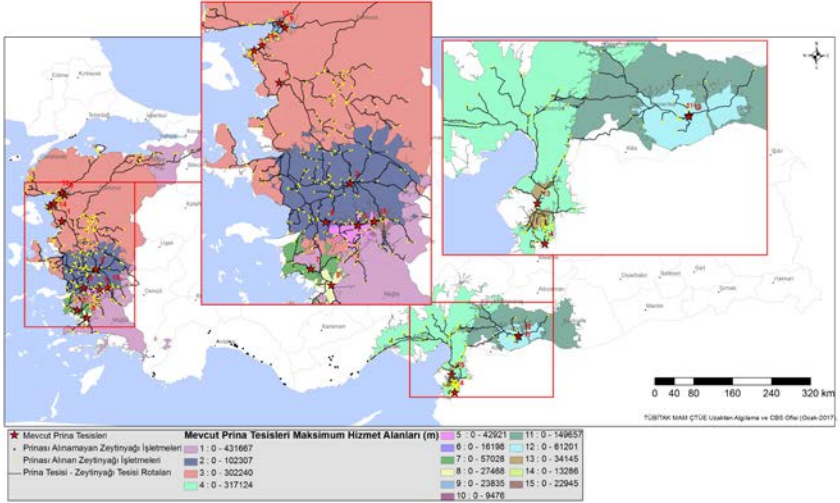
İhtiyaç Duyulan Pirina Tesisinin Yeri	En Uzak Noktada Pirina Alınan Zeytinyağı Üretim Tesisi, Km	Ortalama Uzaklık, Km*	Toplam Pirina Miktarı, Ton/Sezon
Bursa	213	73	22.318
Antalya	269	113	29.076
Adana	219	122	73.359
Aydın	140	86	104.754
<b>Genel Toplam</b>			<b>229.507</b>

\*Ağırlıklı ortalamayı ifade etmektedir. Her bir işletmeden alınan pirina miktarına göre sezon boyunca gidilen toplam mesafenin sefer sayısına oranıdır.

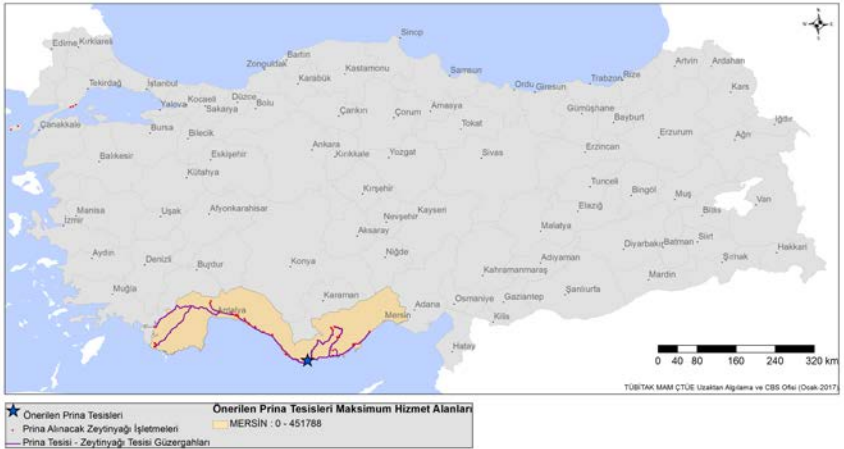
## Senaryo 2 (2 fazlı pirinanın %50'sinin dekantasyondan geçirildikten sonra işlenmesi)

Senaryo 2'de, mevcut pirina tesislerinin tümünde 2. sıkım ünitesinin varlığı kabul edilmiş, ham 2 fazlı pirinanın yaklaşık %50'sinin dekantörden geçirilerek, nem içeriğinin ortalama %50 seviyesine getirildikten sonra kurutma fırınlarına verilerek işlenmesi öngörülmüştür. Bu senaryoya göre, tüm pirina tesislerinde yaklaşık 850-860.000 ton/sezon 2 fazlı pirina işlenebilecektir. Mevcut durumu nitelendirecek şekilde, CBS ağ analizi sonucuna göre Antalya'daki zeytinyağı işletmelerinin hiç birisi, Mersin'dekilerinin ise bir kısmı, pirinalarını, herhangi bir pirina tesisine verememektedir (Şekil 5a). Bu bölgede, açıkta kalan 2 fazlı pirina miktarı yaklaşık 63.000 ton/sezon'dur. Açıkta kalan pirinaların yaklaşık %60'ı Mersin'de, %40'ı ise Antalya'dadır. Mersin'deki zeytinyağı işletmeleri birbirine daha yakın, kümelenmiş ve kapasite olarak Antalya'ya göre daha fazla potansiyele

sahiptir. Diğer taraftan Antalya’da bulunan zeytinyağı tesislerinin oldukça dağınık halde bulunması ve Antalya’nın ülkemizin en büyük turizm bölgelerinden birisi olması, yeni pirina tesisinin kurulumu için Mersin ilini daha ön plana çıkarmaktadır. Buna göre, pirinasını veremeyen zeytinyağı tesislerinin pirina miktarı ve konumları göz önünde bulundurulduğunda, Mersin’e bir adet pirina tesisinin kurulması, açıkta kalan pirinaları değerlendirmek için yeterli olacaktır (Şekil 5b). Bu bölge için ihtiyaç duyulan pirina tesisinin, pirina alınacak en uzak zeytinyağı işletmesine 452 km uzaklıkta olduğu ve bu tesis için sezon boyunca ortalama kat edilecek mesafenin ise 198 km olacağı tahmin edilmektedir.



a)



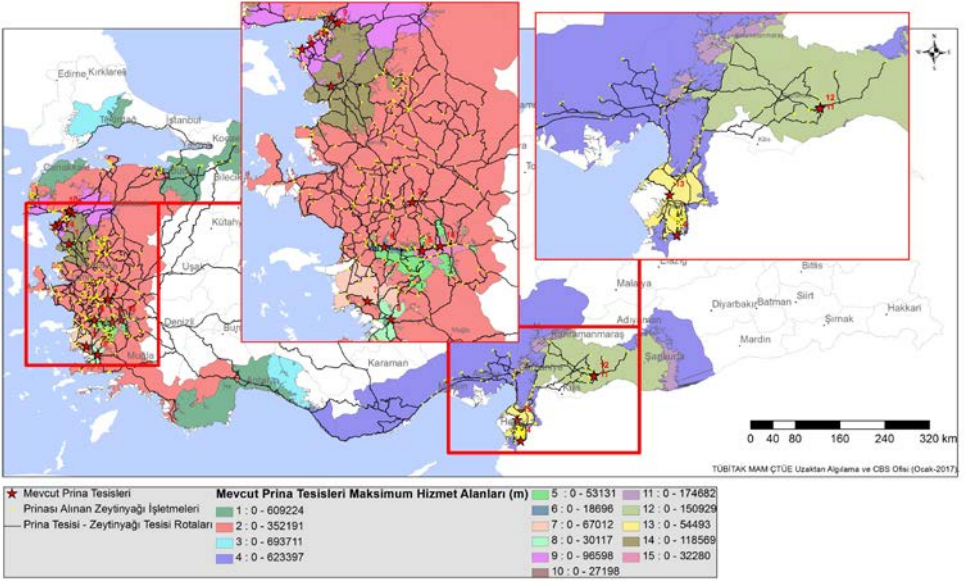
b)

Şekil 5. Senaryo 2 a) mevcut pirina tesislerinin hizmet alanları, b) ihtiyaç duyulan pirina tesisinin konumu

### Senaryo 3 (2 fazlı pirinanın tamamının dekantasyondan geçirilmesi)

Senaryo 3'te, pirina tesislerinde ham 2 fazlı pirinanın tamamının, dekantasyondan geçirilip, nem içeriği %50 seviyelerine düşürüldükten sonra, kurutma fırınlarına verileceği kabul edilmiştir. Ayrıca tüm senaryolarda, kurutma fırınlarına verilen pirina miktarının hacimsel olarak benzer seviyelerde olduğu düşünülürse, bu senaryoya göre pirina tesislerinin işleyebilecekleri sulu 2 fazlı pirina miktarı, Senaryo 1'e göre ortalama %75, senaryo 2'ye göre ise %40 oranda daha fazla olacaktır (Şekil 1c).

Pirina tesisleri, 2 fazlı ham pirinanın tamamını dekantasyon işlemine tabi tutması durumunda, tüm pirina tesislerinde toplam 1.100.000-1.200.000 ton/sezon pirina işlenebilecektir. Ancak 2 fazlı zeytinyağı üretimine geçildiğinde ülkemizde yaklaşık 925.000 ton/sezon pirina oluşacağı kabul edildiğinde, birkaç pirina tesisinin bu senaryoya göre tahmin edilen kapasitelerinin altında faaliyet gösterebileceği öngörülmektedir. Özellikle pirina işleme kapasitesi yüksek olan 1, 3 ve 4 nolu pirina tesisleri, yakın çevrelerinde başka pirina tesisinin varlığı nedeniyle, kapasitelerinin altında faaliyet göstermek durumunda kalabilir. Diğer taraftan ülkemizde oluşan tüm pirinalar, pirina tesisleri tarafından işlenebilecek ve açıkta pirina kalmayacaktır. Mevcut senaryoya göre pirina tesislerinin hizmet alanları dağılımı Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Senaryo 3'e göre mevcut pirina tesislerinin hizmet alanları

### Senaryoların Pirina Alınan Ortalama Mesafeler Açısından Karşılaştırılması

Her bir senaryoya göre, mevcut pirina tesislerinin kapasiteleri doğrultusunda hizmet alanları ile ortalama kat ettikleri uzaklıklar tahmin edilerek (Çizelge 2), aşağıda özetlenmiştir. Senaryo 1'e göre, tesislerin hizmet alanlarına bakıldığında, 1 nolu pirina tesisinin pirina aldığı en uzak işletme 200 km iken, ağırlıklı ortalama uzaklık 103 km civarındadır. Benzer şekilde 3 nolu pirina tesisi en uzak pirinayı yaklaşık 129 km'den

almaktadır. Ancak bu tesisin ortalama kat ettiği mesafe, 61 km civarındadır. Buna paralel olarak, güneyde yer alan 4 nolu pirina tesisi, en uzak pirinayı 182 km'den almaktadır ve ağırlıklı ortalama uzaklığı 94 km'dir. Güneydoğuda bulunan 11 nolu pirina tesisi kapasitesini doldurmak için 110 km uzaklıktan pirina alırken, hizmet alanın ağırlıklı olarak 30 km civarında olduğu görülmektedir. Diğer taraftan 2 nolu pirina tesisinin kapasitesi hayli fazla olmasına karşın en uzak pirina aldığı tesis ile ağırlıklı ortalama kat ettiği km birbirine yakındır. Bu durum, bu pirina tesisinin etrafında sayıca fazla ve kapasite olarak büyük zeytinyağı işletmesinin olması, buna karşın çevresinde başka pirina tesisinin olmaması ile açıklanabilmektedir.

Senaryo 2'de, küçük kapasiteli pirina tesislerinin senaryo 1'e benzer şekilde, sadece bulunduğu ildeki zeytinyağı işletmelerine hizmet verdiği ve %25 kapasite artışı ile birlikte hizmet alanlarının belirli ölçüde genişlediği görülmektedir. Diğer taraftan, büyük kapasiteli pirina tesislerindeki durum incelendiğinde, kapasite artışı ile birlikte bu tesislerin hizmet alanlarında ciddi artışlar olması söz konusudur. 1 nolu pirina tesisinin ağırlıklı ortalaması 172 km'ye, pirina alınan en uzak mesafe ise 432 km'ye çıkmaktadır. Bir diğer ifadeyle, 1 nolu pirina tesisinin senaryo 1'e göre ağırlıklı ortalaması yaklaşık 70 km artarken, pirina alınan en uzak işletmeye uzaklığında yaklaşık 232 km artış olmaktadır. Benzer şekilde 3 nolu tesisin ağırlıklı ortalaması 2 katına çıkmakta, pirina alınan en uzak işletmeye uzaklığı 170 km artarak, 300 km'ye ulaşmaktadır. Güneydoğuda bulunan 11 nolu pirina tesisinin en uzak pirina alınan işletmeye uzaklığı 40 km kadar artarken, ağırlıklı ortalama mesafe yaklaşık 50 km artmaktadır.

Senaryo 3'te, pirina tesislerinde %75'lik kapasite artışı, tesislerin hizmet alanlarının ciddi miktarda genişlemesine neden olmaktadır (Şekil 6). Diğer senaryoların aksine 9, 12 ve 14 nolu küçük kapasiteli pirina tesislerinde bile hem pirina alınan tesis mesafesi hem de ağırlıklı ortalama uzaklığında önemli ölçüde artış söz konusudur. Diğer taraftan bu senaryoda 1 nolu pirina tesisi, 609 km uzaklıktan pirina almasına karşın kapasitesini dolduramamaktadır. Bu pirina tesisi, Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgesi'ni içeren geniş bir alana hizmet vermesine rağmen, etrafında büyük ve küçük kapasiteli çok sayıda pirina tesisinin varlığı sebebiyle, kapasitesinin ancak %50'sini doldurabilmektedir. Benzer şekilde 4 nolu pirina tesisi, Akdeniz Bölgesi'nin yarısına, Güneydoğu Bölgesi'nin büyük bölümüne hizmet vererek 694 km uzaklıktan bile pirina almasına rağmen kapasitesinin yalnızca %43'ünü doldurabilmektedir.

**Çizelge 3.** Senaryolara göre mevcut pirina tesislerinin zeytinyağı üretim tesislerine uzaklığı

Pirina Tesisi	Senaryo 1		Senaryo 2		Senaryo 3		
	Pirina tesisinin bulunduğu coğrafi bölge	En uzak pirina alınan zeytinyağı üretim tesisi, km	Ortalama uzaklık, km*	En uzak pirina alınan zeytinyağı üretim tesisi, km	Ortalama uzaklık, km*	En uzak pirina alınan zeytinyağı üretim tesisi, km	Ortalama uzaklık, km*
Pirina tesisi 1	Ege	200	103	432	172	609	144
Pirina tesisi 2	Ege	79	50	102	58	352	106
Pirina tesisi 3	Marmara	129	61	302	122	694	140
Pirina tesisi 4	Akdeniz	182	94	317	148	623	233
Pirina tesisi 5	Ege	40	21	43	25	53	30
Pirina tesisi 6	Ege	15	8	16	10	19	12
Pirina tesisi 7	Ege	57	32	57	36	67	45
Pirina tesisi 8	Ege	46	16	27	17	30	20
Pirina tesisi 9	Marmara	20	13	24	17	97	34
Pirina tesisi 10	Marmara	13	5	9	5	27	15
Pirina tesisi 11	Güneydoğu Anadolu	110	30	150	79	175	88
Pirina tesisi 12	Güneydoğu Anadolu	61	29	61	24	151	77
Pirina tesisi 13	Akdeniz	33	24	34	25	54	33
Pirina tesisi 14	Marmara	4	2	13	4	119	35
Pirina tesisi 15	Ege	23	12	23	12	32	16

\*Ağırlıklı ortalamayı ifade etmektedir. Her bir işletmeden alınan pirina miktarına göre sezon boyunca gidilen toplam mesafenin sefer sayısına oranıdır.

## Sonuç

Bu çalışmada ülkemizdeki tüm zeytinyağı işletmelerinin 2 faza geçmesi durumunda mevcut pirina tesislerinin yeterliliği değerlendirilmiş ve sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Tüm zeytinyağı işletmelerinin 2 faza geçmesi durumunda, ortalama 925.000 ton/sezon pirina oluşacağı, illere göre artış miktarının Aydın, Balıkesir ve Manisa illerinde 30.000 ton/sezon'dan fazla; Çanakkale, Hatay, Mersin, İzmir ve Muğla illerinde 15.000-30.000 ton/sezon arası olacağı öngörülmektedir.
- Pirina tesislerinin yeterliliğini değerlendirmek için 3 farklı senaryo geliştirilmiştir. Senaryo 1'e göre, mevcut pirina tesislerinde yaklaşık 670.000 ton/sezon ham 2 fazlı pirina işlenebileceği, açıkta kalan 230.000-250.000 ton/sezon pirinanın işlenebilmesi için Adana, Aydın, Antalya ve Bursa iline birer adet olmak üzere toplam 4 pirina tesisine ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir.
- Senaryo 2'ye göre, mevcut pirina tesislerinin tümünde 2. sıklık ünitesinin varlığı kabul edilmiş, ham 2 fazlı pirinanın %50'sinin dekantörden geçirilerek bu tesislerde yaklaşık 850-860.000 ton/sezon 2 fazlı pirina işlenebileceği öngörülmüştür. Bu senaryoya göre, açıkta kalan 63.000 ton/sezon pirinanın işlenebilmesi için yalnızca Mersin'de bir adet pirina tesisinin kurulmasının yeterli olacağı tahmin edilmektedir.

- Senaryo 3'e göre, mevcut tüm pirina tesislerinde, ham 2 fazlı pirinanın tamamının, dekantasyondan geçirdikten sonra kurutma ünitesine verilerek işleneceği varsayılmıştır. Bu şekilde, pirina tesislerinin işleyebilecekleri sulu 2 fazlı pirina miktarının, Senaryo 1'e göre ortalama %75, senaryo 2'ye göre ise %40 daha fazla olacağı belirlenmiştir. Ancak, bu durumda da pirina toplama mesafesinin artması ve buna bağlı olarak işletme maliyetinin artması söz konusudur. Ayrıca dekantasyon aşamasında oluşacak, atıksuyun, uygun koşullarda yönetimi ve bertarafı önemlidir.

Ülkemizde mevcut durumda, 2 fazlı pirina işlemede uygulanan yöntem, daha çok pirinanın kısmi dekantasyona uğratıldıktan sonra kurutulması şeklindedir ve bu özelliğiyle Senaryo 2'deki yaklaşıma daha yakındır. Senaryo 3'te olduğu gibi pirinanın tamamının dekantasyona uğratıldıktan sonra kurutulması durumunda ise, daha fazla pirina işlenmesi mümkün olmakla birlikte, en uzak pirina alınan zeytinyağı üretim tesisi mesafesi ve ortalama uzaklık artmaktadır. Mesafe doğrudan, taşıma maliyetlerini etkileyeceği için, artan mesafenin karlılık üstündeki etkisinin değerlendirilmesi ve pirina işletmeleri açısından olası senaryoların karlılık analizi yapılması önerilmektedir. Ayrıca, bu çalışmada, her bir pirina tesisinin zeytinyağı işletmelerinden alacağı pirina miktarı ve mesafe göz önünde bulundurularak en küçük toplam mesafenin sağlanabildiği yerler belirlenmiştir. Ancak, ilave pirina tesisleri için önerilen bu yerlerin, yerleşim yerlerine uzaklığı, hakim rüzgar yönü, turizm bölgesine olan uzaklık gibi mekânsal faktörler açısından da incelenmesi ve yer seçiminin buna göre yapılması önerilmektedir.

## Teşekkür

Bu makale, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından desteklenmiş olan “Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi (ZEYTİNAY)” projesi kapsamında oluşturulmuştur (TÜBİTAK MAM, 2015). Proje sürecinde emeği geçen başta, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri olmak üzere, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü (İzmir), Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Konseyi, Pirinacılar Derneği, Ali Bakırcı, Timur Girgin ve Mustafa Özkütük'e teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Azbar, N., Bayram, A., Filibeli, A., Muezzinoglu, A., Sengul, F., Ozer, A., 2004. A Review of Waste Management Options in Olive Oil Production. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 34(3), 209-247.
- Baysan, U., Koç, M., Kaymak-Ertekin, F., 2017. 2-Fazlı Zeytin Pirinasının Değerlendirilmesinde Kurutmanın Önemi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2): 103-112.
- Boğa, M., 2014. Zeytin Yağı Yan Ürünlerinin Ruminant Beslemede Kullanım Olanakları. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 2(3): 154-59.
- Borja, R., Rincon, B., F. Raposo, F., Alba, J., A. Martin, A. (2002). A Study of Anaerobic Digestibility of Two-Phases Olive Mill Solidwaste (OMSW) at Mesophilic Temperature. *Process Biochemistry* 38, 733-742.
- Cayuela, M. L., Sánchez-Monedero, M. A., Roig, A., 2010. Two-phase Olive Mill Waste Composting: Enhancement of the Composting Rate and Compost Quality by Grape Stalks Addition. *Biodegradation*, 21(3), 465-473.

- Çıtak, D. 2006. Zeytinyağı ve Pirina Yağındaki BAP Kirliliğinin HPLC ile Tespiti, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- Garcia-Ibanez, P., Cabanillas, A., Sánchez, J.M. 2004. Gasification of Leached Orujillo (Olive Oil Waste) in a Pilot Plant Circulating Fluidised Bed Reactor. Preliminary results. Biomass and Bioenergy 27, 183–194.
- Görel, Ö., Doymaz, İ., Akgün, N. A., 2003. Zeytinyağı Fabrikası Atıklarının Enerji Amaçlı Kullanım, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İzmir.
- Filya, İ., Hanoğlu, H., Canbolat, Ö., Sucu, E., 2006. Kurutulmuş Pirinanın Yem Değeri ve Kuzu Besisinde Kullanılma Olanakları Üzerinde Araştırmalar, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(1): 13-23.
- Hocaoglu, S., M., Haksevenler, B.H., Basturk, I., Talazan, P., 2017a. Assessment of Technology Modification for Olive Oil Sector: Comparison of Water Consumption, Wastewater Pollution and Pomace Generation through Mass Balance, baskıda.
- Hocaoglu S.M., Basturk I., Haksevenler B.H., Aydoner C., 2017b. Türkiye'deki Zeytinyağı İşletmelerinin Üretim Prosesleri ve Kapasite Kullanımları Açısından Değerlendirilmesi, Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, baskıda
- Karaca, C., Bozoğlu, B., Polat, O., 2015. Hatay İli Pirina Atık Miktarının ve Enerji Potansiyelinin Haritalanması. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(2).
- Keleş, G. (2015). Zeytin Posasının Ruminantlar İçin Besin ve Besleme Değeri, Türk Tarım–Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(10), 780-789.
- TÜBİTAK MAM, 2015. Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Kocaeli.
- Şengül, F., Özer, A., Çatakaya, E.B., Oktav, E., Evcil, H., Çolak, O., Sağır, Y., 2003. Zeytinyağı Üretim Atıksularının Özellikleri, Çevresel Etkileri ve Arıtım: EBSO Proje Kapsamındaki Zeytinyağı İşletmeleri için Durum Tespiti, Karasu Karakterizasyonu, Karasu Arıtılabilirlik Çalışmaları ve Sonuç Raporu, İzmir.
- Oktav, E., Özer, A., 2005. Zeytinyağı Endüstrisi Atıksularının Fiziksel Ön Arıtımı, İnşaat Mühendisleri Odası, Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Antalya.
- Roig, A., Cayuela, M. L. Sanchez-Monedero, M. A., 2006. An overview on Olive Mill Wastes and Their Valorisation Methods. Waste Management 26,9, 960-969.
- Tortosa, G., Alburquerque, J., A., Bedmar, E., J., Ait-Baddi, G., Cegarra, J., 2014. Strategies to Produce Commercial Liquid Organic Fertilisers from “Alperujo” Composts, Journal of Cleaner Production 82, 37-44.
- Tunç, M.S., Ünlü, A., 2015. Zeytinyağı Üretim Atıksularının Özellikleri, Çevresel Etkileri ve Arıtım Teknolojileri, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt 4(2) 44-74.
- Rincon, B., Rodríguez-Gutiérrez, G., Bujalance, L., Fernández-Bolanos, J., Borja, R., 2016. Influence of A Steam-Explosion Pre-Treatment on the Methane Yield and Kinetics of Anaerobic Digestion of Two-Phase Olive Mil Solid Waste or Alperujo. Process Safety and Environmental Protection 102, 361–369.